

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Inventor: : **Hiroshi OKUMURA**  
Filed : **Concurrently herewith**  
For : **METHOD OF FORMING SEMICONDUCTOR.....**  
Serial No. : **Concurrently herewith**

July 8, 2003

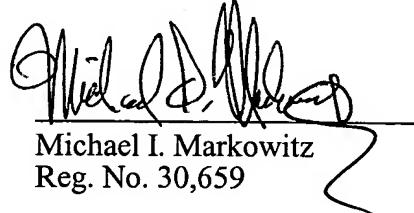
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

PRIORITY CLAIM AND  
SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

SIR:

Applicant hereby claims priority under 35 USC 119 from **Japanese** patent application number **2002-210202** filed **July 18, 2002**, a copy of which is enclosed.

Respectfully submitted,



Michael I. Markowitz  
Reg. No. 30,659

Katten Muchin Zavis Rosenman  
575 Madison Avenue  
New York, NY 10022-2585  
(212) 940-8800  
Docket No.: NECA 20.494

日本特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application: 2002年 7月18日

出願番号

Application Number: 特願2002-210202

[ST.10/C]:

[JP2002-210202]

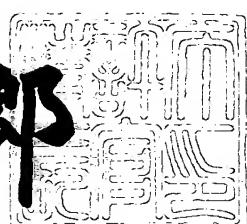
出願人

Applicant(s): 日本電気株式会社

2003年 5月20日

特許長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3037403

【書類名】 特許願  
【整理番号】 74610687  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H01L 29/786  
H01L 21/027  
G02F 1/136

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目7番1号  
本電気株式会社内

日

【氏名】 奥村 展

【特許出願人】

【識別番号】 000004237

【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

【識別番号】 100082935

【弁理士】

【氏名又は名称】 京本 直樹

【電話番号】 03-3454-1111

【選任した代理人】

【識別番号】 100082924

【弁理士】

【氏名又は名称】 福田 修一

【電話番号】 03-3454-1111

【選任した代理人】

【識別番号】 100085268

【弁理士】

【氏名又は名称】 河合 信明

【電話番号】 03-3454-1111

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008279

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9115699

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体薄膜の製造方法及びレーザ照射装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体薄膜に第1のレーザ及び前記第1のレーザと同軸の第2のレーザを照射して前記半導体薄膜にレーザ未照射領域と第1レーザ照射領域と第2レーザ照射領域をそれぞれ形成し、前記レーザ未照射領域と第2レーザ照射領域との光学定数差を用いてステッパ用読み取りマークを形成することを特徴とする半導体薄膜の製造方法。

【請求項2】 半導体薄膜に第1のレーザ及び前記第1のレーザと同軸の第2のレーザを照射して前記半導体薄膜にレーザ未照射領域と第1レーザ照射領域と第2レーザ照射領域をそれぞれ形成し、前記第1レーザ照射領域と第2レーザ照射領域との光学定数差を用いてステッパ用読み取りマークを形成することを特徴とする半導体薄膜の製造方法。

【請求項3】 半導体薄膜に第1のレーザ及び前記第1のレーザと同軸の第2のレーザを照射して前記半導体薄膜に第1レーザ照射領域と第2レーザ照射領域をそれぞれ形成し、前記第1レーザ照射領域と第2レーザ照射領域との光学定数差を用いてステッパ用読み取りマークを形成することを特徴とする半導体薄膜の製造方法。

【請求項4】 前記第1レーザ照射領域で薄膜トランジスタの活性層を形成する請求項1乃至3のいずれか一項記載の半導体薄膜の製造方法。

【請求項5】 前記半導体薄膜がアモルファスシリコンである請求項1乃至4のいずれか一項に記載の半導体薄膜の製造方法。

【請求項6】 前記半導体薄膜がポリシリコンである請求項1乃至4いずれか一項に記載の半導体薄膜の製造方法。

【請求項7】 前記第1のレーザがエキシマレーザである請求項1乃至6のいずれか一項に記載の半導体薄膜の製造方法。

【請求項8】 半導体薄膜の所定領域に薄膜トランジスタの活性層を形成する第1のレーザ及びステッパ用読み取りマークを形成する第2のレーザを照射するレーザ照射装置であって、前記第1のレーザと前記第2のレーザとは同軸に設

置されることを特徴とするレーザ照射装置。

【請求項9】 前記第1のレーザと前記第2のレーザとは互いに異なる口径である請求項8に記載のレーザ照射装置。

【請求項10】 前記第1のレーザがエキシマレーザである請求項8又は9記載のレーザ照射装置。

【請求項11】 前記第2のレーザに専用の光学素子が可動式である請求項8乃至10のいずれか一項に記載のレーザ照射装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ポリシリコン（p o l y - S i）TFTを製造する際の目合わせ用マークの形成方法及びそれを可能にするレーザ照装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、ガラス基板上に集積回路を形成する薄膜素子として、ポリシリコン（p o l y - S i）TFTの開発が盛んに行われている。p o l y - S i膜の形成法としては現在、一旦a-Si膜を形成した後にエキシマレーザ光を照射することにより、アモルファスシリコン（a-Si）膜を溶融・再結晶化させてp o l y - S i膜を得るエキシマレーザ法が一般的である。レーザアニール装置としては、口径が300mm×0.4mm程度の線状レーザ光を短軸方向に数十μmピッチでスキャン照射する装置が市販されている。しかしながらスキャン法においては、例えば、信学技報S DM92-112巻（1992年）、53頁に納田らにより開示されているように、ビーム端部の影響でTFT特性が不均一になるという問題がある。TFT均一性向上策として、例えば特許第3163693号公報に開示されているように、ビーム端部の影響を排除するようレーザ光の照射強度が均一な領域内にTFTを集積し、一括して照射するレーザアニール方法が考案されている。この一括照射法の場合、照射面積はレーザ光源のパルスエネルギーに依存するが、最近は携帯電話用LCDパネルの大きさに相当する40×50mm程度の面積を一括照射できる程度のパルスエネルギーを有するレーザ光源が開

発されている。

## 【0003】

一括照射法においては、レーザ照射位置とTFT位置の位置合わせが重要となる。位置合わせを行うには、例えば特開平8-71780号公報に開示されているように、基板にステッパ用目合わせマークを設け、レーザ照射装置にマーク読み取り用のカメラを設けるのが一般的である。

## 【0004】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、レーザ照射装置にカメラを備えた場合、レーザ照射装置は複雑化および大型化するという問題がある。特に、LCD用ガラス基板は今や1m角程度の大きさになり、アニールとは別の読み取りチャンバを設けると、レーザ照射装置のフットプリントは著しく悪化する。また、LCD用ガラス基板のレーザに対する位置合わせを行うためには、XYの2軸に加えてθ補正を有し、微調整のための精密動作が可能で複雑なステージが必要となる。従って装置コストは増大し、稼働率が低下する懸念が有る。また、基板マーク読み取りと位置合わせの時間が発生するために、アニール工程のスループットは低下する。更に、基板にマークを形成するにはPR工程とエッチング工程が必要であるため、TFT製造工程において工程数が増えると言う問題も発生する。

## 【0005】

以上の問題を回避するには、レーザアニール工程で結晶化と同時にマークを形成することが考えられる。a-Si膜とpoly-Si膜とでは光学定数が異なるために、結晶化領域と非結晶化領域とでマークを形成することは可能である。

## 【0006】

しかしながら、TFT用のビーム口径がcmオーダーなのに対して、ステッパ用目合わせマークは $\mu m$ オーダーである。従って目合わせマークを精度良く形成するには、cmオーダーのビーム形成に用いる10cmオーダーの寸法を有する比較的大型の光学素子に、 $\mu m$ オーダーのビーム形成に必要な10nmオーダー以下程度の加工精度を持たせなければならず、このとき光学系のコストはcmオーダーのビーム形成に用いる通常の光学系よりも飛躍的に増大する。

## 【0007】

また、マーク形成用にビーム口径を cm オーダーから  $\mu\text{m}$  オーダーへと集光具合を可変する機構を設けることは現実的に不可能なため、マーク形成時にはマスクを用いて  $\mu\text{m}$  オーダーのビームを形成する必要があるが、このとき高精細なマスクが必要となり、しかもビームの焦点深度が浅くなり、ステージ高さや基板厚さおよび表面荒さの精度によってはマークが十分に形成されないという問題がある。

## 【0008】

本発明は上記問題を解決すべくなされたものであり、本発明の目的は、低コスト、高スループットで均一性の良い半導体薄膜の製造方法、およびフットプリントが小さく、安価で稼働率が高く、基板処理能力が高いレーザ照射装置を提供することにある。

## 【0009】

## 【課題を解決するための手段】

本発明に係る半導体薄膜の製造方法は、半導体薄膜に第1のレーザ及び前記第1のレーザと同軸の第2のレーザを照射して前記半導体薄膜にレーザ未照射領域と第1レーザ照射領域と第2レーザ照射領域をそれぞれ形成し、前記レーザ未照射領域と第2レーザ照射領域との光学定数差を用いてステッパ用読み取りマークを形成することを特徴とする半導体薄膜の製造方法。

## 【0010】

本発明に係る別の半導体薄膜の製造方法は、半導体薄膜に第1のレーザ及び前記第1のレーザと同軸の第2のレーザを照射して前記半導体薄膜にレーザ未照射領域と第1レーザ照射領域と第2レーザ照射領域をそれぞれ形成し、前記第1レーザ照射領域と第2レーザ照射領域との光学定数差を用いてステッパ用読み取りマークを形成することを特徴とする。

## 【0011】

本発明に係るさらに別の半導体薄膜の製造方法は、半導体薄膜に第1のレーザ及び前記第1のレーザと同軸の第2のレーザを照射して前記半導体薄膜に第1レーザ照射領域と第2レーザ照射領域をそれぞれ形成し、前記第1レーザ照射領域

と第2レーザ照射領域との光学定数差を用いてステッパ用読み取りマークを形成することを特徴とする。

#### 【0012】

上記本発明に係る半導体薄膜の製造方法はいずれも、前記第1レーザ照射領域で薄膜トランジスタの活性層を形成する、前記半導体薄膜がアモルファスシリコンである、前記半導体薄膜がポリシリコンである、前記第1のレーザがエキシマレーザである、という形態を採り得る。

#### 【0013】

本発明に係るレーザ照射装置は、半導体薄膜の所定領域に薄膜トランジスタの活性層を形成する第1のレーザ及びステッパ用読み取りマークを形成する第2のレーザを照射するレーザ照射装置であって、前記第1のレーザと前記第2のレーザとは同軸に設置されることを特徴とする。

#### 【0014】

上記本発明に係るレーザ照射装置は、前記第1のレーザと前記第2のレーザとは互いに異なる口径である、前記第1のレーザがエキシマレーザである、前記第2のレーザに専用の光学素子が可動式である、という形態を採り得る。

#### 【0015】

##### 【発明の実施の形態】

以下に、本発明の実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。まず、本発明の第1の実施形態について説明する。図1は、液晶パネルを構成するTFT基板及び対向基板のうちのTFT基板を形成するためのガラス基板を斜めから眺めた図であり、図1(a)～(c)は、ガラス基板上にTFT用の半導体薄膜を製造する方法を製造工程順に示したものである。また、図2は、半導体薄膜の製造に使用されるレーザ照射装置の模式図である。

#### 【0016】

図1(a)、(b)に示すように、日本電気硝子製OA-10ガラス基板101上に、PECVD法により下地SiO<sub>2</sub>膜102およびa-Si膜103を連続成膜した。それぞれの膜厚は、SiO<sub>2</sub>膜102が100nm、a-Si膜103が50nmであった。次に、ガラス基板101に500°C、10分の脱水素

化処理を施し、図2に示すレーザ照射装置200に搬入した。

#### 【0017】

結晶化用レーザ光として、ソプラ社製パルス出力15JのXeClエキシマレーザ光源（波長308nm）211を用い、光学系212により口径 $41 \times 58$ mmに整形したビームを $480\text{mJ/cm}^2$ の照射強度で、同一ヶ所に5回照射する工程を、照射位置を移動し繰り返し行った。この口径は駆動回路付き2.4型LCDパネルを作製するのに必要な大きさであり、基板サイズが $550 \times 650$ mmであればパネルは120面取りとなるため、レーザ照射は120ヶ所となる。なお、ビーム端における強度の傾斜部は約0.3mmの幅を有していた。ガラス基板101上のパネル間の間隔はシール幅、切断マージン等から1.5mmとした。ステージ216の動作精度は0.05mm以下であったため、後の位置合わせ工程が問題なく行われば、ビーム端は無理なくTFTの無いパネル間領域に位置できる。通常ステッパの位置合わせ精度は0.5μm以下である。

#### 【0018】

次に、マーク形成用レーザとして、Nd:YAGパルスレーザ2倍波光源（波長532nm）214を用いた。レーザ光の光軸は結晶化用レーザと同軸になるようマーク用光学系215を配置しており、一部の光学素子は可動式にし、マーク用照射時のみ用いることにした。レーザ光の口径は出射時の $100\mu\phi$ から基板上では $10\mu\phi$ とした。強度プロファイルはガウシアンで、特に整形は行わず、ピーク強度が $150\text{mJ/cm}^2$ となる条件で1回照射したドット状の結晶化領域を、XY方向に3列づつ作製してステッパ用目合わせマークを形成した。ここで、結晶化用レーザとマーク用レーザが同軸であるため、各々の位置精度はステージ動作精度内に収まる。同軸でないときはステージ動作に加えてレーザ光軸格差の精度が加わり、位置の誤差が拡大してしまう。

#### 【0019】

なお、マーク形成用レーザはArレーザ、CO<sub>2</sub>レーザなど他のレーザを用いても良いが、主たる結晶化用光学系212は308nmに合わせた無反射コートが成されているため、a-Si膜の吸収係数及びレーザ照射装置200の利用効率を考慮した場合、マーク用レーザの波長は308nmに近い方が望ましい。

しかしながらエキシマ光源は高額であるので、比較的安価で利用しやすいN d : YAGレーザをここでは用いた。なお、N d : YAGレーザはcwタイプでも良い。また、2倍波の代りに4倍波（波長266nm）を用いても良いが、4倍波を用いたレーザ照射装置はより低パワーで高コストとなる。

## 【0020】

マーク用光学系215において、ディフューザーを用いてビーム整形を行い、マスクイメージ法によりステッパ用目合わせマークを形成してもよいが、マスク形成用レーザ光の利用効率が低下するため、ステージ動作精度が十分確保されているのであれば、ビーム整形を行わないスポット照射で目合わせマークを形成したほうが良い。

## 【0021】

以上のように結晶化用レーザとマーク用レーザを照射されたa-Si膜103には後にTFTとなるpolysilicon領域104とマークpolysilicon領域105が形成された。次に、ガラス基板101表面にレジストを塗布し、ステッパにガラス基板101を搬入し、マークpolysilicon領域105をもとにアイランドパターンを形成した。a-Si領域とpolysilicon領域で光学定数が変化しているため、マーク読み取りには何の支障も無かった。その後、通常の低温polysilicon-TFT用プロセスを用い、アイランド形成用ドライエッチング、ゲート絶縁膜成膜、ゲート電極形成、不純物注入、不純物活性化、電極形成等を行い、TFTが完成する。

## 【0022】

次に、本発明の第2の実施形態について図1、2を参照して説明する。

第1の実施形態と同様にガラス基板101上にa-Si膜103を形成した。次に、a-Si膜103を一旦580°Cで15時間アニールすることにより固相成長polysilicon膜を形成した。次に、このpolysilicon膜に第1の実施形態と同様なレーザ照射装置200を用いて再結晶化用レーザとマーク形成用レーザを照射した。ここで再結晶化用レーザは2.1型LCDパネルに相当する36×51mm、照射強度550mJ/cm<sup>2</sup>、照射回数3回とした。マーク形成用レーザの照射条件は400mJ/cm<sup>2</sup>、照射回数30回とし、polysilicon

Si膜をアブレーション除去する条件とした。ここではpoly-Si膜の有無によりステッパ用マークが形成された。なお、一旦固相成長poly-Siを形成してからレーザ照射すると、大粒径poly-Si膜が得られる。例えば本実施例では粒径は最大 $5\text{ }\mu\text{m}$ 程度となったが、第1の実施形態では粒径は $0.3\text{ }\mu\text{m}$ 程度であった。

#### 【0023】

本実施形態においてはpoly-Si領域中のpoly-Si膜の無い領域を目合わせ用マークとすることにより、第1の実施形態と同様に何の支障も無くマーク読み取り作業を行うことができた。

#### 【0024】

なお、本実施形態に見られるようにマーク形成用レーザ照射に於いてpoly-Si膜をアブレーション除去する場合、マーク形成用照射域105を再結晶化用レーザ照射域104内に形成し、レーザ照射poly-Si領域中のpoly-Si膜の無い領域を目合わせマークとしても良い。

#### 【0025】

##### 【発明の効果】

以上説明したように本発明の半導体薄膜の製造方法及びレーザ照射装置によれば、マーク形成用レーザのレーザ光の光軸を結晶化用レーザと同軸になるようマーク用光学系を結晶化用レーザ光学系とは別に配置し、かつ、比較的安価で利用しやすいNd:YAGレーザを用いてレーザ照射装置を構成した。従って、レーザ照射装置にステッパ用マーク読み取りカメラやそのための専用チャンバ、およびθ補正を含めた微調整が必要な基板ステージを備える必要が無いため、安価でフルプリントが小さく、稼働率が高く、基板処理能力が高いレーザ照射装置が得られる。また、レーザ照射前に目合わせマークを形成する必要と、レーザ照射時に目合わせマークを読み取る必要が無いため、ビーム継ぎ目の影響の無い高均一のpoly-Si薄膜が低コスト、高スループットで得られる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本発明の第1、2の実施形態に係る半導体薄膜の製造方法を製造工程順に示し

たものである。

【図2】

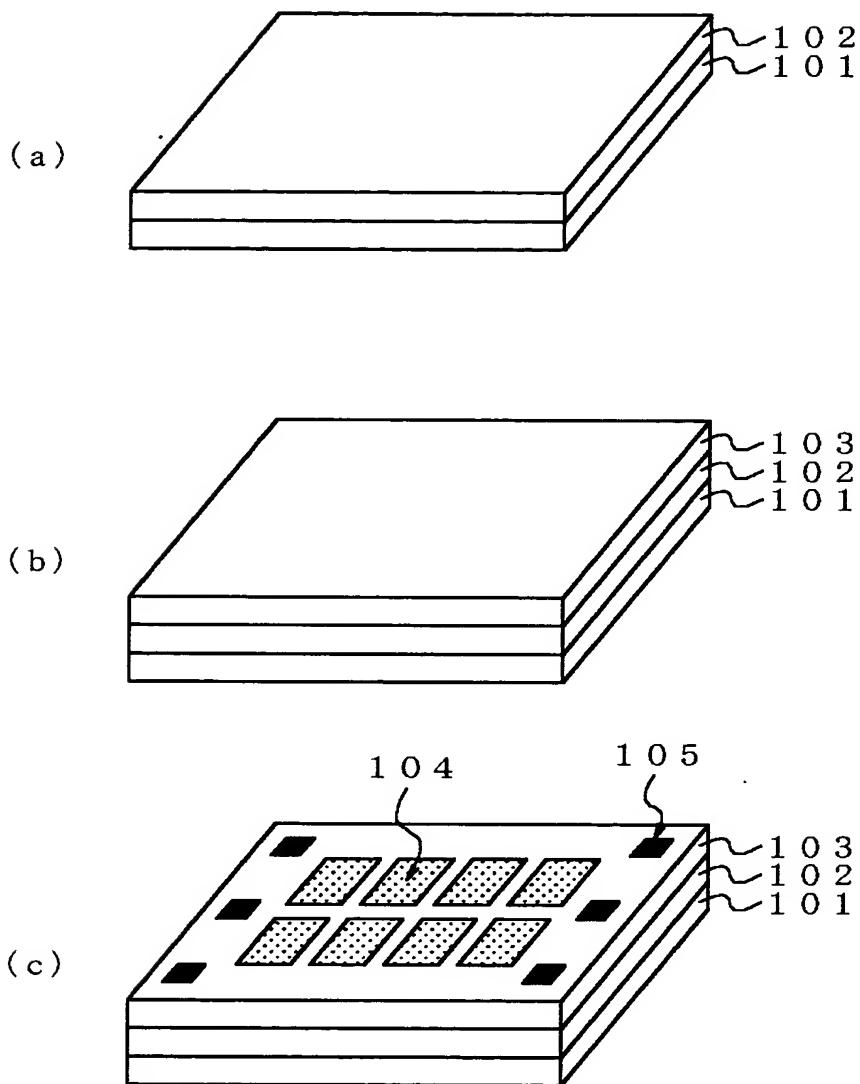
本発明の第1、2の実施形態に係る半導体薄膜の製造方法に使用されるレーザ照射装置の模式図である。

【符号の説明】

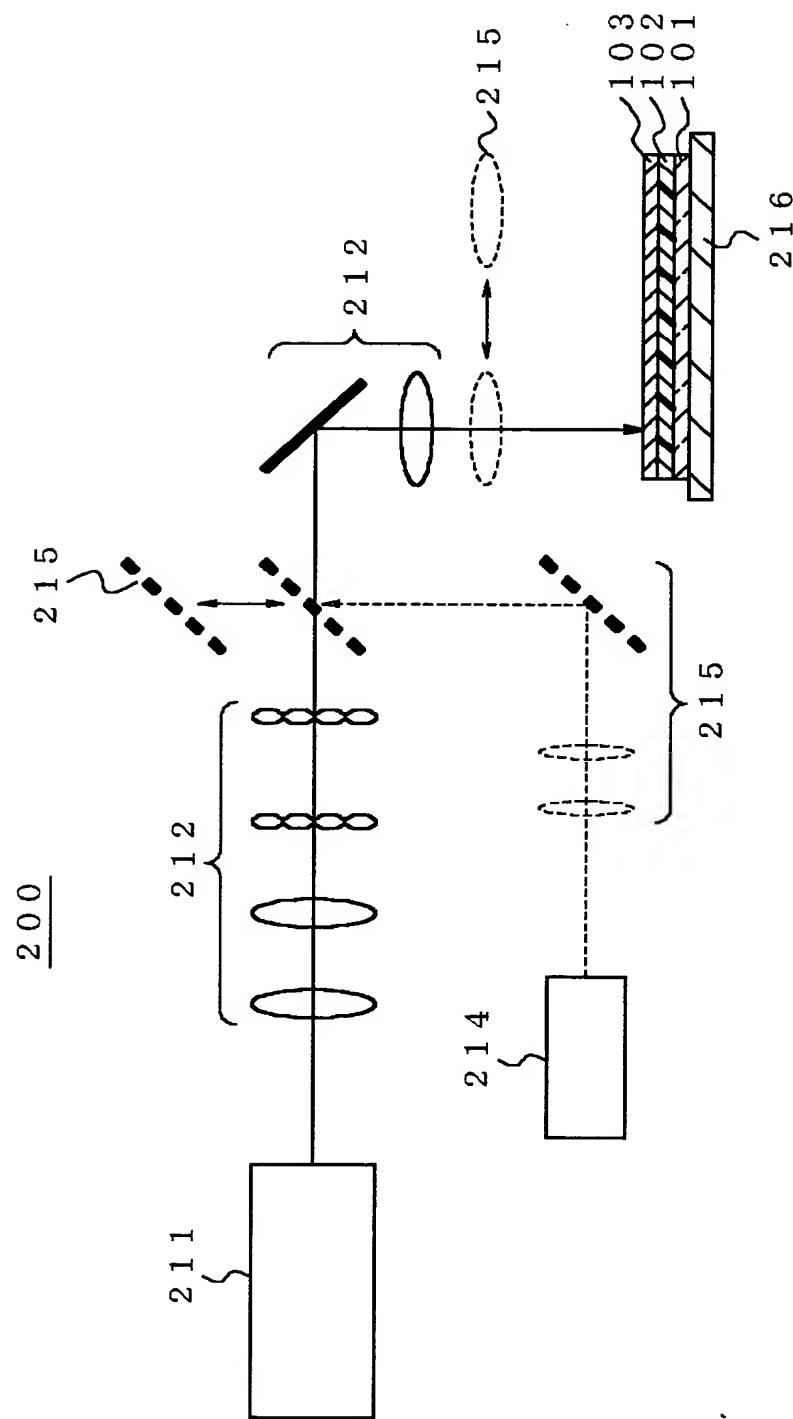
- 101 ガラス基板
- 102 下地SiO<sub>2</sub>膜
- 103 a-Si膜
- 104 poly-Si領域
- 105 マークpoly-Si領域
- 200 レーザ照射装置
- 211 XeClエキシマレーザ光源
- 212 光学系
- 214 Nd:YAGパルスレーザ2倍波光源
- 215 マーク用光学系
- 216 ステージ

【書類名】 図面

【図1】



【図2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 TFT用のポリシリコン膜形成のレーザアニール工程で目合わせマークを同時に形成しようとすると、ポリシリコン膜形成用のビーム口径がcmオーダーなのに対して、ステッパ用目合わせマーク形成用のビーム口径は $\mu$ mオーダーであるので、目合わせマークを精度良く安価に形成することができなかった。

【解決手段】 マーク形成用レーザのレーザ光の光軸を結晶化用レーザと同軸になるようマーク用光学系215を結晶化用レーザ光学系212とは別に配置し、かつ、比較的安価で利用しやすいNd:YAGレーザを用いてレーザ照射装置200を構成した。従って、比較的安価なレーザ照射装置200により半導体薄膜103上に他の領域とは光学定数の異なる高精度のステッパ用目合わせマークを形成することができる。

【選択図】 図2

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2002-210202
受付番号	50201058125
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成14年 7月19日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成14年 7月18日

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [000004237]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都港区芝五丁目7番1号

氏 名 日本電気株式会社